

REC'D 19 MAY 2004	
WIPO	PCT



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 13 939.7

Anmeldetag: 27. März 2003

Anmelder/Inhaber: Wacker Polymer Systems GmbH & Co KG,
Burghausen, Salzach/DE

Bezeichnung: Verwendung von Polymerisaten zur Stärke-
modifizierung

IPC: C 08 L, C 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ehört

Verwendung von Polymerisaten zur Stärkemodifizierung

5 Die Erfindung betrifft die Verwendung von Polymerisaten zur Stärkemodifizierung, wobei die Polymerisate in Form deren in Wasser redispersgierbaren Polymerpulver oder als wässrige Polymerdispersion eingesetzt werden.

10 Zur Herstellung von biologisch abbaubaren Formkörpern wird häufig Stärke eingesetzt. Stärke, insbesondere destrukturierte Stärke, ist im getrockneten Zustand aber meist hart und spröde und bei höheren Temperaturen nicht verformbar. Durch Wasserzu-
gabe lösen sich teilweise die inneren Bindungen und die Masse wird weicher und formbar. Diese Verformbarkeit kann durch Zuga-
15 be von thermoplastischen Polymeren erhöht werden, um eine extrudierbare oder spritzgußfähige Masse zu erhalten. Häufig wird die Stärke mit Restfeuchtigkeit in einem eigenen Schritt vorbehandelt (destrukturiert) und pelletiert. Diese Pellets werden dann zusammen mit Polymergranulaten thermomechanisch in
20 die gewünschte Form gebracht.

Aus der EP-A 327505 ist bekannt, granulär, destrukturierte Stärke und granuläre, wasserunlösliche Thermoplasten zu mischen, und aus der Schmelze dieser Mischung zu Formkörpern zu verarbeiten.

In der WO-A 99/29733 wird ein Prozess beschrieben, bei dem Kartoffelschalen und -reste zusammen mit bioabbaubaren Polymeren und Weichmachern durch thermomechanische Behandlung zu Körpern
30 mit guter mechanischer Festigkeit und biologischen Abbaubarkeit geformt werden.

Die EP-A 611804 betrifft extrudierbare Stärkezusammensetzungen aus thermoplastischem Polyvinylalkohol, thermoplastisch modifizierter Stärke, insbesondere hydroxypropylierter Stärke und
35 Weichmacher.

In der EP-A 522358 werden thermoplastisch verarbeitbare Massen aus Stärke und extrem hochmolekularen Acrylatpolymeren beschrieben, die gut entformbare, feste Formkörper ergeben.

5 Die EP-A 1229075 beschreibt ein thermoplastisches Polymerkomposit auf Basis nativer Stärke, einem synthetischen Polymer, einem Verträglichkeitsvermittler, einem Destrukturierungsmittel und einem Schichtsilikat.

10 Es bestand die Aufgabe thermoplastisch modifizierte Stärkezusammensetzungen zur Verfügung zu stellen, welche neben sehr guter Verarbeitbarkeit, auch zu Formkörpern führen, welche sich durch erhöhte Festigkeit, insbesondere im nassen Zustand, auszeichnen.

15 Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung von Polymerisaten, in Form deren in Wasser redispersgierbaren Polymerpulver oder als wässrige Polymerdispersion, zur Stärkewodifizierung, dadurch gekennzeichnet, dass mit Schutzkolloid und/oder Emulgator
 20 stabilisierte Polymerisate aus einer oder mehreren Comonomereinheiten aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 18 C-Atomen, Acrylsäureester oder Methacrylsäureester von verzweigten oder unverzweigten Alkoholen mit 1 bis 15 C-Atomen, Diene, Olefine, Vinylaromaten und Vinylhalogenide eingesetzt werden, welche
 gegebenenfalls noch 0.1 bis 20.0 Gew.-% funktionelle Comonomereinheiten aus der Gruppe umfassend Carboxyl-, Hydroxyl-, Epoxy- und NH-funktionelle, ethylenisch ungesättigte Comonomere, enthalten, wobei sich die Angaben in Gew.-% auf das Gesamtgewicht
 30 des Polymerisats beziehen.

Geeignete Vinylester sind Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Carbonsäuren mit 1 bis 18 C-Atomen. Bevorzugte Vinylester sind Vinylacetat, Vinylpropionat, Vinylbutyrat, Vinyl-
 35 2-ethylhexanoat, Vinyllaurat, 1-Methylvinylacetat, Vinylpivalat und Vinylester von α -verzweigten Monocarbonsäuren mit 5 bis 15 C-Atomen, beispielsweise VeoVa9^R oder VeoVa10^R (Handelsnamen der Firma Shell). Besonders bevorzugt ist Vinylacetat.

Geeignete Monomere aus der Gruppe der Ester der Acrylsäure oder Methacrylsäure sind Ester von unverzweigten oder verzweigten Alkoholen mit 1 bis 15 C-Atomen. Bevorzugte Methacrylsäureester oder Acrylsäureester sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, Ethylmethacrylat, Propylacrylat, Propylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, Norbornylacrylat. Besonders bevorzugt sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat und Norbornylacrylat.

Geeignete Diene sind 1,3-Butadien und Isopren. Beispiele für copolymerisierbare Olefine sind Ethen und Propen. Als Vinylaromaten können Styrol und Vinyltoluol copolymerisiert werden. Aus der Gruppe der Vinylhalogenide wird üblicherweise Vinylchlorid eingesetzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Polymerisat noch 0.1 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Polymerisats, ein oder mehrere Comonomereinheiten aus der Gruppe umfassend carboxylfunktionelle, hydroxyfunktionelle, epoxyfunktionelle und NH-funktionelle Comonomere.

Geeignete carboxylfunktionelle Comonomere sind ethylenisch ungesättigte Mono- und Dicarbonsäuren mit 2 bis 10 C-Atomen, vorzugsweise Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Itaconsäure, Fumarsäure und Maleinsäure. Die Carboxylfunktion kann auch durch Copolymerisation von Maleinsäureanhydrid in das Copolymer eingeführt werden. Geeignete hydroxyfunktionelle Comonomere sind Hydroxyalkylacrylate und Hydroxyalkylmethacrylate mit C₁- bis C₈-Alkylrest, vorzugsweise Hydroxyethylacrylat und -methacrylat, Hydroxypropylacrylat und -methacrylat, Hydroxybutylacrylat und -methacrylat. Geeignete epoxyfunktionelle Comonomere sind Glycidylacrylat und Glycidylmethacrylat. Geeignete NH-funktionelle Comonomere sind Acrylamid, Methacrylamid, N-Alkylol-funktionelle Comonomere mit C₁- bis C₄-Alkylol-Rest, bevorzugt N-Methylol-Rest, wie N-Methylolacrylamid (NMA), N-Methylolmethacrylamid, N-Methylolallylcarbamate, C₁- bis C₄-

Alkylether von N-Methylolacrylamid, N-Methylolmethacrylamid und N-Methylolallylcarbamat, beispielsweise deren Isobutoxyether, sowie C₁- bis C₄-Alkylester des N-Methylolacrylamids, des N-Methylolmethacrylamids und des N-Methylolallylcarbamats.

5

Besonders bevorzugt werden N-Methylol-funktionelle Comonomereinheiten, am meisten bevorzugt werden N-Methylolacrylamid, N-Methylolmethacrylamid, N-Methylolallylcarbamat, C₁- bis C₄-Alkylether von N-Methylolacrylamid wie der Isobutoxyether. Der Anteil an funktionellen Einheiten beträgt bevorzugt 0.1 bis 10 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Copolymers.

10

Bevorzugt sind die nachfolgend genannten Polymere, welche gegebenenfalls noch die eben genannten, funktionelle Gruppen enthaltenden Einheiten, in den eben beschriebenen Mengen aufweisen:

15

Vinylacetat-Polymerisate;

Vinylester-Ethylen-Copolymere, wie Vinylacetat-Ethylen-Copolymere;

20

Vinylester-Ethylen-Vinylchlorid-Copolymere, wobei als Vinylester bevorzugt Vinylacetat und/oder Vinylpropionat und/oder ein oder mehrere copolymerisierbare Vinylester wie Vinyl Laurat, Vinylpivalat, Vinyl-2-ethylhexansäureester, Vinylester einer alpha-verzweigten Carbonsäure mit 5 bis 15 C-Atomen, insbesondere Versatiksäurevinylester (Veova9^R, Veova10^R), enthalten sind;

Vinylacetat-Copolymere mit einem oder mehreren copolymerisierbaren Vinylester wie Vinyl Laurat, Vinylpivalat, Vinyl-2-ethylhexansäureester, Vinylester einer alpha-verzweigten Carbonsäure mit 5 bis 15 C-Atomen, insbesondere Versatiksäure-Vinylester (Veova9^R, Veova10^R), welche gegebenenfalls noch Ethylen enthalten;

30

Vinylester-Acrylsäureester-Copolymerisate insbesondere mit Vinylacetat und Butylacrylat und/oder 2-Ethylhexylacrylat, welche gegebenenfalls noch Ethylen enthalten;

35

Vinylester-Acrylsäureester-Copolymerisate mit Vinylacetat und/oder Vinyl Laurat und/oder Versatiksäure-Vinylester und Acrylsäureester, insbesondere Butylacrylat oder 2-Ethylhexylacrylat, welche gegebenenfalls noch Ethylen enthalten;

(Meth)acrylsäureester- und Styrol-Polymerisate wie Copolymerisate mit n-Butylacrylat und/oder 2-Ethylhexylacrylat; Copolymerisate von Methylmethacrylat mit Butylacrylat und/oder 2-Ethylhexylacrylat, und/oder 1,3-Butadien;

- 5 Styrol-1,3-Butadien-Copolymere und Styrol-(Meth)Acrylsäureester-Copolymere wie Styrol-Butylacrylat, Styrol-Methylmethacrylat-Butylacrylat oder Styrol-2-Ethylhexylacrylat, wobei als Butylacrylat n-, iso- und t-Butylacrylat eingesetzt werden kann.

10

Besonders bevorzugt werden Vinylester-Polymerisate, insbesondere Vinylacetat-Polymerisate, Vinylacetat-Ethylen-Copolymerisate, Vinylacetat-Ethylen-Vinylchlorid-Copolymerisate, Vinylester-Acrylsäureester-Copolymerisate insbesondere mit Vinylacetat und Butylacrylat und/oder 2-Ethylhexylacrylat. Am meisten bevorzugt werden N-Methylol-funktionelle Vinylester-Polymerisate wie Vinylacetat-N-Methylolacrylamid-Copolymerisate und Vinylacetat-Ethylen-N-Methylolacrylamid-Copolymerisate.

15

- 20 Die Monomerauswahl bzw. die Auswahl der Gewichtsanteile der Comonomere erfolgt dabei so, dass die Polymerisate eine Glasübergangstemperatur T_g von -30°C bis $+120^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $+10^{\circ}\text{C}$ bis $+80^{\circ}\text{C}$ aufweisen. Die Glasübergangstemperatur T_g der Polymerisate kann in bekannter Weise mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) ermittelt werden. Die T_g kann auch mittels der Fox-Gleichung näherungsweise vorausberechnet werden. Nach Fox T. G., Bull. Am. Physics Soc. 1, 3, page 123 (1956) gilt: $1/T_g = x_1/T_{g1} + x_2/T_{g2} + \dots + x_n/T_{gn}$, wobei x_n für den Massebruch (Gew.-%/100) des Monomeren n steht, und T_{gn} die Glasübergangstemperatur in Kelvin des Homopolymeren des Monomeren n ist. T_g -Werte für Homopolymerisate sind in Polymer Handbook 2nd Edition, J. Wiley & Sons, New York (1975) aufgeführt.
- 30

35

Die Herstellung der Polymerisate kann mittels bekannter radikalisch initiiertter Polymerisationsverfahren erfolgen, beispielsweise mittels wässriger Suspensionspolymerisation oder wässriger Emulsionspolymerisation. Bevorzugt ist die Emulsionspolymerisation. Zur Trocknung der Lösungen beziehungsweise Dispersio-

nen können alle gängigen Trocknungsverfahren angewendet werden: Sprühtrocknung, Walzentrocknung, Gefriertrocknung, Bandtrocknung, Koagulation mit anschließender Wirbelschichttrocknung. Bevorzugt werden Sprühtrocknungs- und Walzentrocknungsverfahren angewendet. Bei der Trocknung können gegebenenfalls noch Additive wie Flammenschutzmittel, Weichmacher, Füllstoffe, und Komplexbildner zugegeben werden.

Emulgatorstabilisierte Polymerisate enthalten 1 bis 20 Gew.-% Emulgator, bezogen auf Polymerisat. Geeignete Emulgatoren sind sowohl anionische, kationische als auch nichtionische Emulgatoren, beispielsweise anionische Tenside, wie Alkylsulfate mit einer Kettenlänge von 8 bis 18 C-Atomen, Alkyl- oder Alkylarylethersulfate mit 8 bis 18 C-Atomen im hydrophoben Rest und bis zu 40 Ethylen- oder Propylenoxideinheiten, Alkyl- oder Alkylarylsulfonate mit 8 bis 18 C-Atomen, Ester und Halbester der Sulfobernsteinsäure mit einwertigen Alkoholen oder Alkylphenolen, oder nichtionische Tenside wie Alkylpolyglykolether oder Alkylarylpolyglykolether mit 8 bis 40 Ethylenoxid-Einheiten.

Bevorzugt werden mit Schutzkolloid stabilisierte Polymerisate. Geeignete Schutzkolloide sind Polyvinylalkohole, Polyvinylacetate, Polyvinylpyrrolidone, Cellulosen und deren Derivate wie Carboxymethyl-, Methyl-, Hydroxyethyl-, Hydroxypropyl-Derivate, Poly(meth)acrylsäure, Copolymerisate von (Meth)acrylaten mit carboxylfunktionellen Comonomereinheiten, Poly(meth)acrylamid, Polyvinylsulfonsäuren und deren Copolymere, Melaminformaldehydsulfonate, Naphthalinformaldehydsulfonate, Styrolmaleinsäure- und Vinylethermaleinsäure-Copolymere, Stärke, Dextrine. Der Schutzkolloid-Anteil beträgt im allgemeinen 1 bis 30 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Polymerisats.

Bevorzugt sind teilverseifte Polyvinylalkohole mit einem Hydrolysegrad von 80 bis 95 Mol-% und einer Höpplerviskosität, in 4 %-iger wässriger Lösung von 1 bis 30 mPas (Methode nach Höppler bei 20°C, DIN 53015). Bevorzugt sind auch teilverseifte, hydro-

phob modifizierte Polyvinylalkohole mit einem Hydrolysegrad von 80 bis 95 Mol-% und einer Höpplerviskosität, in 4 %-iger wässriger Lösung von 1 bis 30 mPas. Beispiele hierfür sind teilverseifte Copolymerisate von Vinylacetat mit hydrophoben Comonomeren wie Isopropenylacetat, Vinylpivalat, Vinylethylhexanoat, Vinylester von gesättigten alpha-verzweigten Monocarbonsäuren mit 5 oder 9 bis 11 C-Atomen, Dialkylmaleinate und Dialkylfumarate wie Diisopropylmaleinat und Diisopropylfumarat, Vinylchlorid, Vinylalkylether wie Vinylbutylether, Olefine wie Ethen und Decen. Der Anteil der hydrophoben Einheiten beträgt vorzugsweise 0.1 bis 10 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des teilverseiften Polyvinylalkohols. Es können auch Gemische der genannten Polyvinylalkohole eingesetzt werden.

Weitere bevorzugte Polyvinylalkohole sind teilverseifte, hydrophobierte Polyvinylalkohole, die durch polymeranaloge Umsetzung, beispielsweise Acetalisierung der Vinylalkoholeinheiten mit C₁- bis C₄-Aldehyden wie Butyraldehyd erhalten werden. Der Anteil der hydrophoben Einheiten beträgt vorzugsweise 0.1 bis 10 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des teilverseiften Polyvinylacetats. Der Hydrolysegrad beträgt von 80 bis 95 Mol-%, vorzugsweise 85 bis 94 Mol-%, die Höpplerviskosität (DIN 53015, Methode nach Höppler, 4 %-ige wässrige Lösung) von 1 bis 30 mPas, vorzugsweise 2 bis 25 mPas.

Am meisten bevorzugt werden Polyvinylalkohole mit einem Hydrolysegrad von 85 bis 94 Mol-% und einer Höpplerviskosität, in 4 %-iger wässriger Lösung von 3 bis 15 mPas (Methode nach Höppler bei 20°C, DIN 53015. Die genannten Schutzkolloide sind mittels dem Fachmann bekannter Verfahren zugänglich.

Geeignete Stärken sind dem Fachmann bekannt. Die Stärke kann aus beliebigen Quellen stammen. Beispiele sind Kartoffelstärke, Maisstärke, Weizenstärke, Reisstärke, Tapioka-Stärke. Die Stärke kann auch aus Abfällen, beispielsweise Kartoffelresten oder Kartoffelschalen, gewonnen werden oder deren Gemisch sein. Die Stärke kann in nativer Form, als destrukturierte Stärke, und

als chemisch modifizierte Stärke, beispielsweise als hydroxyalkylierte Stärke, eingesetzt werden.

Die Polymerisate, in Form deren wässrigen Dispersion oder in
5 Wasser redispersgierbaren Pulver werden dabei in einer Menge von
5 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 25 Gew.-% eingesetzt, jeweils Polymerisatgewicht bezogen auf den Stärkeanteil. Gegebenenfalls können die damit erhältlichen Stärkezusammensetzungen
10 noch weitere Zusatzstoffe enthalten, wie zusätzliche Bindemittel, beispielsweise solche auf Basis von biologisch abbaubaren Polyestern, Füllstoffe, Fasern jeglicher Art, insbesondere Fasern aus natürlichen Rohstoffen wie Cellulose (Holzpartikel, Holzmehl, Holzfasern), Stroh, Baumwolle, , sowie Pigmente, Gleitmittel und Weichmacher wie Glycerine, Sorbitole.

15 Besonders vorteilhaft ist die Verwendung der Polymerisate in Stärkezusammensetzungen, welche neben Stärke und Polymerisat noch Celluloseanteile in Form von Holzpartikel, Holzfasern und Holzmehl enthalten. Üblicherweise betragen die Gew.-Anteile in
20 dieser Mischung 20 bis 80 Gew.-% Celluloseanteil, 10 bis 50 Gew.-% Stärke und 5 bis 50 Gew.-% Polymerisat, wobei sich die Anteile jeweils auf 100 Gew.-% aufaddieren. Diese Zusammensetzungen eignen sich zur Herstellung von Holzextrudaten, welche sich durch deren glatte Oberfläche auszeichnen.

Zur Herstellung der Stärkezusammensetzungen werden der Stärkeanteil und das Polymerisat, sowie gegebenenfalls weitere Zusatzstoffe miteinander vermischt. Vorzugsweise wird der Stärkeanteil in Pulverform mit dem pulverförmigen Polymerisat ver-
30 mischt, und gegebenenfalls weitere Zusatzstoffe zugegeben. Die Stärkezusammensetzungen können als Klebstoffe, vorzugsweise Hotmelts, eingesetzt werden oder zu Formkörpern weiterverarbeitet werden.

35 Vor der Weiterverarbeitung zu Formkörpern wird die Stärkezusammensetzung gegebenenfalls noch mit Wasser angeteigt. Vorzugsweise bis zu einem Wasseranteil an der Gesamtmischung von 10 bis 40 Gew.-%. Bei der Verwendung von Polymerdispersionen kann

dieser Wasseranteil auch über die Polymerdispersion eingetragen werden. Die Weiterverarbeitung kann mit den für die Verarbeitung von Thermoplasten gebräuchlichen Werkzeugen mittels Extrudieren, Blasextrudieren, Spritzgießen, Kalandrieren, Tiefziehen
5 erfolgen. Vorzugsweise wird so vorgegangen, dass die Komponenten vorgemischt oder getrennt in das Werkzeug, beispielsweise einem Extruder, dosiert werden, und bei Temperaturen von 70°C bis 150°C, vorzugsweise 80°C bis 120°C, verarbeitet werden.

10 Auf diese Weise werden verrottbbare Formkörper, beispielsweise Blumentöpfe und Verpackungsmaterialien, oder verrottbbare Folien zugänglich. Unter verrottbar ist dabei zu verstehen, dass die Anforderung der Norm EN 13432 erfüllt wird.

15 Mit der erfindungsgemäßen Verwendung werden Formteile zugänglich, die eine gute mechanische Festigkeit, reduzierte Wasserempfindlichkeit, geringere Wasserquellung aufweisen und verrottbar sind. Insbesondere beim Einsatz von Polymerisaten in Form deren Redispersionspulver können bei der Pelletierung ein
20 höherer Durchsatz, stabilere und besser gebundene Pellets erhalten werden. Die thermoplastische Weiterverarbeitung der Pellets wird gefördert. Die Wasserquellung ist geringer, die Festigkeit und Elastizität ist höher und bei der Weiterverarbeitung (Extrusion oder Spritzguß) kann der Zusatz weitere thermoplastischer Polymere reduziert werden oder ganz unterbleiben.

Überraschend ist, dass insbesondere die vernetzbare N-Methylol-Funktionen enthaltenden Polymerisate die thermoplastische Verarbeitung der Stärke nicht behindern, sondern sogar stabilisieren. Als Redispersionspulver liegen diese als gut rieselfähiges
30 und dosierbares Pulver vor, das sich besser und schneller im thermomechanischen Prozeß einarbeiten und verteilen läßt als üblicherweise eingesetzte Polymerzusätze wie Polylactate oder Biopolyester.

35

Beispiele:

Es wurden folgende Materialien eingesetzt:

Stärkepulver aus Kartoffelresten mit einer Restfeuchte von < 10 Gew.-%.

- 5 Redispersionspulver auf Basis eines Vinylacetat-N-Methylol-acrylamid-Copolymerisats stabilisiert mit einem teilverseiften Polyvinylalkohol.

Herstellung der Probekörper:

- 10 Das Stärkepulver wurde, gegebenenfalls nach Trockenmischung mit dem Redispersionspulver, mit 30 Gew.-% Wasser angeteigt und nochmals in einer Retschmühle RM100 10 min lang homogenisiert. Die erhaltene Paste wurde auf teflonisiertem Gewebe eingerahmt von einem 2 mm dicken Rahmen ausgebreitet und dann mit der vor-
- 15 handenen Restfeuchte in einer Presse für 3 min bei 120 bar Druck und 120°C Plattentemperatur thermomechanisch verpresst. Zur Beseitigung des entstehenden Dampfdrucks wurden dabei 3 Lüftungsschritte in 40 sec Abstand durchgeführt. Nach 5 min Wasserkühlung wurde die Presse geöffnet, aus den erhaltenen
- 20 Platten wurden Probekörper geschnitten und bei Raumtemperatur bis zur Gewichtskonstanz (< 1 Gew.-% Restfeuchte) liegengelassen.

Mit diesen Probekörpern wurden das Quellverhalten und Auslösung bei Wasserlagerung und die Zugfestigkeiten untersucht.

Bestimmung der Wasserquellung

- 30 Zur Prüfung der Wasserquellung wurden Probekörper mit einer Fläche von 2 x 2 cm², und einer Dicke von 1.6 bis 1.7 mm verwendet und bei 21°C in Wasser zunächst 24 h gelagert. Nach Abtrocknung der Proben mit einem Tuch wurde die Gewichts- und Dickenzunahme sofort (24 h nass) und nach 24 h-Luftlagerung (24 h trocken) gemessen. Dann wurden die Proben wieder in Wasser für
- 35 weitere 7 Tage eingelegt und nach Abtrocknung Gewichts- und Dickenzunahme bestimmt (7 d nass). Nach 1 Woche Trockenlagerung wurde erneut die verbleibende Gewichts- und Dickenveränderung gemessen (7 d trocken).

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse, als Mittelwerte von 5 Einzelmessungen, zusammengefasst. Untersucht wurden Probekörper aus reiner Stärke und mit verschiedenen Zusatzmengen von Re-

5 dispersionspulver

Tabelle 1:

Wasserquellung von Pressplatten aus Stärke mit verschiedener Zusatzmenge an Polymerisat

Zusatz [Gew%]	% Gewichtsänderung				% Dickenänderung			
	24 h	24 h	7 d	7 d	24 h	24 h	7 d	7 d
	nass	trocken	nass	trocken	nass	trocken	nass	trocken
0	39.3	22.9	Zerfall		17.7	5.5	Zerfall	
6	41.7	-17.8	45.7	-46.8	20.8	-4.9	14.8	-73.0
10	40.1	-17.3	44.8	-34.6	17.6	-7	7	-69.4
15	34.5	-17.9	39.7	-38.7	8.4	-7.9	8.6	-68.3

- 10 Der Zusatz von Polymerisat zeigt eine signifikante Verbesserung der Wasserfestigkeit der Probekörper. Insbesondere wird ein Zerfall bei längerer Wasserlagerung schon bei geringen Zugabemengen von 6 Gew.-% Polymerisat verhindert. Die Kurzzeitquellung (nach 24 h) wird bei Zugaben von 15 Gew.-% Polymerisat
- 15 drastisch verringert. Die negativen Werte nach der Trocknung weisen auf einen gewissen wasserlöslichen Anteil in der Stärke hin, der auch durch die Zugabe von Polymerpulver nicht wasserbeständig eingebunden werden kann.
- 20 Zugfestigkeiten

Für die Zugfestigkeitsprüfung wurden Probestreifen 10 mm breit, 12 mm lang, und 1.6 bis 1.75 mm dick verwendet und mit einer Einspannlänge von 80 mm und Abzugsgeschwindigkeit von 5.0

mm/min bei Normklima (50 % Luftfeuchte, 23°C) Zugversuche bis zum Bruch durchgeführt.

- 5 In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse (Mittelwerte von 6 Einzelmessungen) zusammengefasst. Untersucht wurde Stärke ohne Zusatz und mit verschiedenen Zusatzmengen von Redispersionspulver:

Tabelle 2:

- 10 Zugfestigkeiten von Pressplatten der Stärke-Redispersions-Mischungen (zweikomponentig)

RD-Pulver	E-Modul	Reissspannung	Dehnung	Bruchspannung	Bruchweg
Gew.-%	N/mm ²	N/mm ²	%	N/mm ²	mm
0	3400	5.09	0.195	3.74	0.178
6	3820	5.63	0.162	4.22	0.147
10	3220	7.02	0.373	5.11	0.369
15	3540	7.97	0.300	6.83	0.315

15

Während sich das Elastizitätsmodul kaum ändert, erhöht sich die maximale Reissspannung deutlich mit steigender Zugabe von Redispersionspulver. Das Material bleibt hart und zeigt geringe Dehnung bei maximaler Zugkraft.

20

Die Prüfungen zeigen auf, dass die Festigkeit von Stärkeformkörpern mit Zugaben von bis zu 15 % deutlich verbessert werden kann.

Pelletierversuche:

25

Für den Einsatz des Materials als formgebende Masse in Extrusion und Spritzguß wurden Pellettierversuche durchgeführt.

30

Die Homogenisierung und Pelletisierung zum Granulat wurde in einem Doppelschneckenextruder 20 D durchgeführt, bei Temperaturen von 80°C bis 110°C. Es wurden Pellets erhalten, die mit Zusatz von Polymerisat fester und staubfreier waren.

Von diesen Pellets wurde die Wasserquellung untersucht und eine deutliche Reduzierung der Wasserquellung, sowie eine Verbesserung der Festigkeit nach der Wasserlagerung festgestellt.

- 5 Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst:

10 Tabelle 3: Wasserquellung der Pellets aus Stärke-Redispersions-Mischung

Nr.	Zusammensetzung	Rest-H ₂ O [%]	H ₂ O-Aufnahme [%]	Bemerkung
1	Stärke	5.6	177	Pellets haben Form beibehalten, sind doppelt so groß gequollen, von 3.89 mm auf 5.04 mm, Wasser gelb, Pellets weich, streichfähig
2	Stärke + 15% RD-Pulver	5.8	132	Pellets haben die Form beibehalten, Pellets um 0.5 -faches größer gequollen, Wasser gelb, Pellets etwas härter

15

Versuche mit dreikomponentigen Materialmischungen aus Stärke, Redispersionspulver und thermoplastischem Polyester:

- 20 Zu den bereits oben beschriebenen Materialien Stärke und Redispersionspulver wurde folgender thermoplastischer Kunststoff eingearbeitet, um eine thermoplastisch gut verarbeitbare Mischung zu erhalten:

Linearer Polycaprolacton-Polyester mit durchschnittlichem Molekulargewicht von 50000, Schmelztemperatur von 60°C, und einem Schmelzfluß (bei 80°C, 44 psi) von 1.9 g / 10 min.

5

Eine Mischung aus (75-x) Gew.-% Stärke, 25 Gew.-% Polyester und x Gew.-% Redispersionspulver wurde auf einem Mischwalzwerk bei 130°C Walzentemperatur für 30 min (bzw. bei Anwesenheit des Redispersionspulvers für 5 min) plastifiziert und homogenisiert und ein Walzfell mit einer Dicke von 1 mm hergestellt.

10

Bei der Verarbeitung konnte überraschenderweise die Walzzeit durch die Zugabe vom Redispersionspulver signifikant von 30 min auf 5 min reduziert werden.

15

Dieses Walzfell wurde geschichtet und in einer Presse für 3 min bei 120 bar Druck und 130°C Plattentemperatur thermomechanisch zu einer Materialplatte mit einer Dicke von 1.7 mm verpresst. Daraus wurden Prüfstreifen 20.0 mm breit, 200 mm lang geschnitten und Zugprüfungen mit einer Einspannlänge 100 mm und Abzugsgeschwindigkeit 5.0 mm/min bei Normklima (50 % Luftfeuchtigkeit, 23°C) durchgeführt.

20

Die Ergebnisse sind als Mittelwerte aus 6 Einzelmessungen in der Tabelle 4 zusammengestellt:

Sowohl die Reißkraft wie auch die Dehnung nehmen mit Erhöhung der RD-Pulvermenge erheblich zu. Das RD-Pulver verbessert neben der thermoplastischen Verarbeitbarkeit auch die erhaltenen Materialeigenschaften deutlich. Die Formteile werden fester, elastischer und bruchsfester.

30

Tabelle 4:

35

Zugfestigkeiten von Pressplatten aus dreikomponentigen Mischungen von Stärke (75-x %), Polyester (25 %) und RD-Pulver (x %)

RD-Pulver	E-Modul	Reisskraft	Dehnung	Spannung beim Bruch	Bruchweg
x %	N/mm ²	N/mm ²	%	N/mm ²	mm
0	21700	41.7	0.318	41.2	0.615
4.5	21400	72.7	0.571	70.4	1.050
7.5	23100	117	1.270	115	2.280
11.25	23000	102	1.190	102	2.210
37.5	22600	129	1.300	129	2.560

Versuch mit dreikomponentigen Materialmischungen aus Stärke, Redispersionspulver und partikulärem Holzmehl

- 10 Zu 20 Gew.-Teilen Maisstärke wurden 10 Gew.-Teile des Redispersionspulvers und 60 Gew.-Teile partikuläres Holz, wie es beim Holzverarbeiten durch Sägen und Fräsen mit einer Restfeuchtigkeit von ca. 10 % anfällt, mit 2 Gew.-Teilen linearem PE-Wachs als Gleitmittel gemischt und in einem Extruder bei Temperaturen um 150°C und Druck um 200 bar zu Pellets (3 mm) geformt. Die Pellets wurden in einem konischen Doppelschneckenextruder bei 150°C und einem Druck um 200 bar zu einem Formteil extrudiert.
- 15 Das erhaltene Formteil zeigte eine gleichmäßige glatte Oberfläche, die ähnlich einem Holzwerkstück gut verarbeitbar ist. Das Werkstück ist sehr stabil und weist eine Biegefestigkeit (nach ISO 868) von 31.5 N/mm² und ein Biege-E-Modul von 3650 N/mm² auf. Bei Wasserlagerung nimmt es nach 1 Stunde 11.6 % an Gewicht zu.
- 20

Patentansprüche:

1. Verwendung von Polymerisaten, in Form deren in Wasser re-
dispergierbaren Polymerpulver oder als wässrige Polymer-
dispersion, zur Stärkemodifizierung, dadurch gekennzeich-
net, dass mit Schutzkolloid und/oder Emulgator stabili-
sierte Polymerisate aus einer oder mehreren Comonomerein-
heiten aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweig-
ten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 18 C-
Atomen, Acrylsäureester oder Methacrylsäureester von ver-
zweigten oder unverzweigten Alkoholen mit 1 bis 15 C-
Atomen, Diene, Olefine, Vinylaromaten und Vinylhalogenide
eingesetzt werden, welche gegebenenfalls noch 0.1 bis 20.0
Gew.-% funktionelle Comonomer-Einheiten aus der Gruppe um-
fassend Carboxyl-, Hydroxyl-, Epoxy- und NH-funktionelle,
ethylenisch ungesättigte Comonomere, enthalten, wobei sich
die Angaben in Gew.-% auf das Gesamtgewicht des Polymeri-
sats beziehen.
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
Polymerisate aus einer oder mehreren Comonomereinheiten
aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweigten oder
verzweigten Carbonsäuren mit 1 bis 18 C-Atomen verwendet
werden.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass 0.1 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des
Polymerisats, ein oder mehrere Comonomereinheiten aus der
Gruppe umfassend carboxylfunktionelle, hydroxylfunktionel-
le, epoxy- und NH-funktionelle Comonomere enthalten sind.
4. Verwendung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
N-Alkylol-funktionelle Comonomereinheiten mit C₁- bis C₄-
Alkylol-Rest enthalten sind.
5. Verwendung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
ein oder mehrere Comonomereinheiten abgeleitet von N-
Methylolacrylamid (NMA), N-Methylolmethacrylamid, N-Methy-

lolallylcarbamat, C₁- bis C₄-Alkylether von N-Methylolacrylamid, N-Methylolmethacrylamid und N-Methylolallylcarbamat, sowie C₁- bis C₄-Alkylester des N-Methylolacrylamids, des N-Methylolmethacrylamids und des N-Methylolallylcarbamats, enthalten sind.

6. Verwendung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Polymerisate Vinylacetat-Polymerisate, Vinylacetat-Ethylen-Copolymerisate, Vinylacetat-Ethylen-Vinylchlorid-Copolymerisate oder Vinylester-Acrylsäureester-Copolymerisate verwendet werden.
7. Verwendung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Monomerauswahl bzw. die Auswahl der Gewichtsanteile der Comonomere so erfolgt, dass die Polymerisate eine Glasübergangstemperatur T_g von -30°C bis +120°C haben.
8. Verwendung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schutzkolloid-Anteil 1 bis 30 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Polymerisats, beträgt.
9. Verwendung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Schutzkolloid ein oder mehrere enthalten sind, aus der Gruppe umfassend Polyvinylalkohole, Polyvinylacetate, Polyvinylpyrrolidone, Cellulosen, Cellulose-Derivate, Poly(meth)acrylsäure, Copolymerisate von (Meth)acrylaten mit carboxylfunktionellen Comonomereinheiten, Poly(meth)acrylamid, Polyvinylsulfonsäuren und deren Copolymere, Melaminformaldehydsulfonate, Naphthalinformaldehydsulfonate, Styrolmaleinsäure- und Vinylethermaleinsäure-Copolymere, Stärke, Dextrine.
10. Verwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Schutzkolloid Polyvinylalkohole mit einem Hydrolysegrad von 85 bis 94 Mol-% und einer Höpplerviskosität, in 4 %-iger wässriger Lösung von 3 bis 15 mPas (Methode nach Höppler bei 20°C, DIN 53015 enthalten sind.

11. Verwendung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärke in nativer Form, als destrukturierte Stärke, oder als chemisch modifizierte Stärke eingesetzt wird.
- 5 12. Verwendung nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzkolloid-stabilisierten Polymerisate, in Form deren wässrigen Dispersion oder in Wasser redispersierbaren Pulver in einer Menge von 5 bis 60 Gew.-% verwendet werden.
- 10 13. Verwendung nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärkezusammensetzung als Klebstoffe verwendet wird.
- 15 14. Verwendung nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärkezusammensetzung zur Weiterverarbeitung zu Formkörpern verwendet wird.
- 20 15. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Weiterverarbeitung mittels Extrudieren, Blasextrudieren, Spritzgießen, Kalandrieren, Tiefziehen erfolgt.
16. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärkezusammensetzung noch zusätzliches Bindemittel auf der Basis von biologisch abbaubarem Polyester enthält.
17. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärkezusammensetzung noch Celluloseanteile in Form von Holzpartikeln, Holzfasern und Holzmehl enthält.
- 30 18. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Weiterverarbeitung zu verrottbaren Formkörpern erfolgt.
- 35 19. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Weiterverarbeitung zu verrottbaren Folien erfolgt.

Zusammenfassung:

Verwendung von Polymerisaten zur Stärkemodifizierung

- 5 Verwendung von Polymerisaten, in Form deren in Wasser redispergierbaren Polymerpulver oder als wässrige Polymerdispersion, zur Stärkemodifizierung, dadurch gekennzeichnet, dass mit Schutzkolloid und/oder Emulgator stabilisierte Polymerisate aus einer oder mehreren Comonomereinheiten aus der Gruppe umfassend
- 10 Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 18 C-Atomen, Acrylsäureester oder Methacrylsäureester von verzweigten oder unverzweigten Alkoholen mit 1 bis 15 C-Atomen, Diene, Olefine, Vinylaromaten und Vinylhalogenide eingesetzt werden, welche gegebenenfalls noch 0.1 bis 20.0 Gew.-%
- 15 funktionelle Comonomer-Einheiten aus der Gruppe umfassend Carboxyl-, Hydroxyl- und NH-funktionelle, ethylenisch ungesättigte Comonomere, enthalten, wobei sich die Angaben in Gew.-% auf das Gesamtgewicht des Polymerisats beziehen.